



# Impulsar el desarrollo económico de zonas rurales

mediante la generación de un mercado responsable  
para productos forestales innovadores

**EDICIÓN:**

Grupo Operativo Go Prorural

**DIRECCIÓN:**

Marcela Barbosa de Assis

**REDACCIÓN:**

Grupo Operativo Go Prorural

**IMÁGENES:**

Marcela Barbosa de Assis

**DISEÑO Y MAQUETACIÓN:**

Diego Lunelli

**DISCLAIMER:**

Esta publicación ha sido realizada por el Grupo Operativo Go Prorural, en el marco del proyecto **“Impulsar el desarrollo económico de zonas rurales mediante la generación de un mercado responsable para productos forestales innovadores”**. Fundación COPADE coordina el Grupo Operativo formado por los Ayuntamientos de Orea y Orihuela del Tremedal, Azentúa, Leroy Merlin España, FSC® España y Cesefor. Su contenido es responsabilidad exclusiva del Grupo Operativo y no refleja la opinión del Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural (FEADER), gestionado por la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria (DGDRIFA) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. Montante total de la ayuda: 562.281,83€.



Para ver una copia de esta licencia visite:

[http://creativecommons.org/licenses/bync-sa/3.0/deed.es\\_AR](http://creativecommons.org/licenses/bync-sa/3.0/deed.es_AR)

LICENCIA DE:



Esta obra está bajo una licencia Reconocimiento No Comercial.

Compartir bajo la misma licencia 3.0 España de Creative Commons.

Desde el Grupo Operativo Go Prorural agradecemos la reproducción y divulgación de los contenidos de esta publicación en cualquier tipo de medio, siempre y cuando se cite expresamente la fuente.



# Contenido

|  |    |
|--|----|
| Introducción .....   | 04 |
| Evaluación y cuantificación del capital natural de los Montes Universales propiedad de los ayuntamientos de Orea y Orihuela del Tremedal ..... | 05 |
| Análisis de Ciclo de Vida de 3 productos de madera resultado del GO Prorural. Medición de Huella Ambiental. ....                               | 11 |
| Ensayos Mecánicos .....  | 15 |
| Viabilidad económica del modelo .....  | 19 |
| Medición de la Huella Social .....   | 21 |
| Evaluación para la certificación Madera Justa .....  | 23 |
| Contribución a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) .....  | 25 |
| Propuestas para minimizar el impacto ambiental de los aprovechamientos .....   | 27 |
| Esquema del informe final resumen de los estudios realizados con el proyecto .....   | 29 |
| Evaluación del Sistema FSC (FM/COC + COC) .....  | 31 |



# Introducción

GO PRORURAL es un proyecto impulsado en las provincias de Guadalajara y Teruel para promover el desarrollo económico de las zonas rurales, mediante la generación de un mercado responsable de productos forestales innovadores de alto valor que aproveche de forma sostenible y eficiente todos los recursos naturales y conserve los bosques.

Además de un estudio de factibilidad técnica, económica, ambiental y social para el desarrollo de un modelo de negocio que permita el aprovechamiento de los montes públicos propiedad de los Ayuntamientos de Orea y Orihuela del Tremedal ubicados en los Montes Universales, hemos realizado un estudio técnico completo para evaluar la instalación de una planta de procesamiento de madera para fabricar tarima y productos estructurales para la construcción. Esto serviría, además, como piloto para poder replicar en otras zonas con similares características.

Se trata de un área donde el bosque está infrautilizado, donde hay un serio problema de despoblación (es una de las zonas más afectadas por este fenómeno de toda España) y donde la actividad económica es mínima. Asimismo, la infrautilización del bosque está generando un problema de deterioro en el mismo y de abandono que genera problemas en la propia calidad de la madera existente y riesgos de incendios.

La zona tiene principalmente pino silvestre que es una madera muy valiosa, con tecnología madura para su transformación en productos y probada calidad de los mismos. Se pretende implantar un proceso de economía circular para aprovechar el 100% de la troza de madera que sale del bosque. Para ello, es necesario diseñar la tipología de productos idóneos para ese aprovechamiento máximo y además ensayar los productos resultantes y las calidades de los mismos, hacer una caracterización de la materia prima y del producto y un estudio de factibilidad y viabilidad de la planta.

**Esto incluiría el estudio para aplicar un sistema de tratamiento de la madera por modificación térmica que evita usar compuestos químicos biocidas (en España solo hay 2 plantas que lo usan actualmente). Además de esto, el modelo incluye generar un sistema de trazabilidad y garantías para la persona consumidora de forma que esta pueda saber exactamente de donde ha salido el producto que está comprando mediante un sistema de *blockchain*, pueda estar segura del origen sostenible del mismo y pueda tener información sobre el impacto social que genera la fabricación de esos productos en las personas y el entorno.**

Todo ello pasa por implantar un sistema de certificaciones complejo que incluye FSC (garantizar el manejo sostenible del bosque), Madera Justa (garantizar unas adecuadas condiciones sociales para los trabajadores bajo el paraguas del Comercio Justo), la medición de su Huella Social (medir el impacto social que tiene elaborar esos productos entre las personas y su entorno) y la contribución a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Sumando todos los montes de la zona (Montes Universales) se podría alcanzar una cifra de 60.000 m3 de madera por año. El 90% de los montes que hay en la zona son de utilidad pública que pertenecen a los diferentes ayuntamientos y tienen el plan de aprovechamiento hecho. Habría que diseñar el modelo y la planta conforme a esos volúmenes para optimizar el beneficio y maximizar el aprovechamiento.

Ninguna planta de este tipo en España de titularidad pública es rentable. Pretendemos desarrollar un modelo mixto público-privado que sería pionero y donde se mejoraría la eficiencia. Pero ello implica planificar ese proceso desde el primer momento y por eso la realización de todos los estudios.

Este informe pretende ser una recopilación de datos y resultados del Grupo Operativo Go Prorural, coordinado por la Fundación COPADE y formado por FSC® España, Azentúa, Leroy Merlin España, Fundación Centro de Servicios y promoción forestal y de su Industria de Castilla y León (CESEFOR), Ayuntamiento de Orea y Ayuntamiento de Orihuela del Tremedal. Se han desarrollado diferentes puntos y en cada uno de ellos se explica el objetivo, la metodología y los resultados alcanzados.



azentua

Evaluación y cuantificación del capital natural de los  
Montes Universales propiedad de los ayuntamientos de  
Orea y Orihuela del Tremedal

## Introducción y contexto

Los bosques que conocemos ahora no siempre han sido así. La vegetación cambia continuamente y se ve afectada por la acción natural (p.ej.: variaciones en la temperatura y la humedad, sequías, otras), el tipo de suelo, otro tipo de perturbaciones (p.ej.: fuegos, plagas, otros sucesos catastróficos) y la acción antrópica. Esta última más evidente desde la adopción de la agricultura y la ganadería (≈ 6.500 años).

Los bosques por tanto han sido clave para el desarrollo de la humanidad, ofreciendo multitud de servicios (refugio, abastecimiento de comida y materiales para cazar, construir medios de transporte, arte, otros) que nos han permitido evolucionar y prosperar en sistemas cada vez más complejos.

En España, históricamente, los montes han estado cuidados, gestionados y protegidos por sus vecinos, quienes dependían de ellos para su subsistencia. En nuestro país contamos desde 1901, con el Catálogo de Montes de Utilidad Pública (MUP)<sup>1</sup>, primera figura de protección de espacios de España, proporcionando a los pequeños municipios recursos y oportunidades para garantizar su conservación.

A pesar de esto, España se enfrenta a una situación compleja en la que la desconexión de la sociedad del mundo rural incrementa el riesgo potencial de daños y/o pérdidas de los recursos disponibles en los bosques y los servicios que estos nos prestan.

Si concretamos en los municipios objeto de este estudio: Orea (Guadalajara) y Orihuela del Tremedal (Teruel), ambos incluidos en el listado de reto demográfico<sup>2</sup>, con propiedad de MUP y con gran potencial de recurso forestal, vemos que estos se ven obligados a recurrir a empresas de fuera de la comarca para la industrialización de su madera. Este hecho provoca una pérdida de beneficios considerable<sup>3</sup> que, unido a los ya escasos recursos disponibles (presupuesto y personal local capacitado), les impide extraer el total de madera estimada por sus Planes Especiales y hace inviable una gestión de sus masas forestales de forma óptima.

Este estudio se centra en **IDENTIFICAR, CUANTIFICAR y MONE- TIZAR los SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (SS. EE.)** de los bosques ubicados en los Montes de Utilidad Pública (MUP) propiedad de los ayuntamientos de Orea (Guadalajara) y Orihuela del Tremedal (Teruel), más allá de la obtención de recursos maderables. Los resultados obtenidos permiten una aproximación al valor real de los bosques y permiten identificar otras oportunidades de inversión para una gestión sostenible del entorno natural y socioeconómico de los recursos de la comarca.

## Objetivos y alcance

El objetivo específico es el análisis exhaustivo del Capital Natural (CN), mediante la identificación, cuantificación y valoración (€) de los beneficios que los bosques propiedad de estos municipios

proveen a la sociedad a través de los servicios ecosistémicos que proporcionan.

El alcance del proyecto incluye el análisis y comparación de los resultados obtenidos para los siguientes dos escenarios:

- **ESCENARIO 1 | actual.** gestión actual del monte.
- **ESCENARIO 2 | potencial.** Situación potencial, basada en propuestas de gestión que maximicen los beneficios multi-servicio del monte.

Este análisis tiene en cuenta además toda la cadena de valor<sup>4</sup>, desde el establecimiento de la población hasta el final de la vida útil de los productos generados por el proyecto GO Prorural.

## Metodología usada para el estudio

El estudio se desarrolla a través de una serie de acciones agrupadas en 4 tareas principales, de acuerdo con el esquema siguiente:

- **TAREA 1 |** Acciones encaminadas a entender el contexto histórico de los bosques objeto de estudio, especialmente las problemáticas y desencadenantes a partir de las cuales fueron establecidos los objetivos y alcance del estudio. El resultado de esta tarea se resume en el apartado inicial de este documento (introducción y contexto).
- **TAREA 2 |** Identificación detallada, cribado y selección de los servicios ecosistémicos (SS. EE.) con los que interaccionan las actividades de la cadena de valor.
- **TAREA 3 |** Medición y valoración cuantitativa y monetaria (€) de los SS. EE. seleccionados en la tarea 2. Se tienen en cuenta aquellos más representativos por su capacidad de aportar valor en el entorno socioeconómico local.
- **TAREA 4 |** Análisis de los resultados y conclusiones útiles para la coalición Pro-Rural.

## Metodología | Tarea 1, Marco de trabajo

Esta tarea se desarrolla principalmente de forma presencial, mediante la visita a puntos clave dentro de la comarca y la realización de entrevistas. Todo esto para entender el entorno, identificar a todas las partes interesadas, conocer su visión y necesidades.

El trabajo de campo se apoyó en el análisis de gabinete de otra información clave como: planes de ordenación, datos demográficos, socioeconómicos, socioculturales y recreativos, información medioambiental y otros.

El análisis combinado de los datos de campo y de gabinete, ha permitido entender la evolución en la provisión de beneficios de los bosques de la comarca desde sus primeras ordenaciones hasta su actualidad.

1 / Registro público de carácter administrativo en el que se inscriben todos los montes declarados de utilidad pública, regulado en la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

2 / Listado elaborado por el IDAE. Otra información disponible en: <https://www.miteco.gob.es/en/cartografia-y-sig/ide/descargas/reto-demografico/mapa-IDAE.aspx>; y en: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-la-rehabilitacion-de-edificios/programa-pree-5000-rehabilitacion/municipios-de-reto-demografico>

3 / En total, la gestión actual está ejecutando aproximadamente el 20% de la posibilidad establecida por el Plan de Ordenación. Esto supone la pérdida de valor tangible al no poder realizar las cortas en el momento de máxima eficiencia.

4 / Cadena de valor extraída de la guía de cuantificación del capital natural del sector forestal (Natural Capital Coalition, 2018)

## Metodología | Tarea 2, identificación, cribado y selección de SS. EE.

Para el desarrollo de la tarea 2 y en línea con los resultados de la tarea 1, se diseñaron dos escenarios:

- **Escenario 1. Actual**, en el que se identifica una demanda insuficiente de madera que impide que se pueda cumplir con lo establecido en los Planes Especiales correspondientes a los MUP.
- **Escenario 2. Futuro**, de maximización de los SS. EE. y gestión sostenible basada en un enfoque multiservicio.

(Figura 1) Una vez definidos los dos escenarios de trabajo, se identifican las actividades principales que forman la cadena de valor de cada uno de ellos. Partiendo de las actividades principales, se concretan una serie de subactividades y la relación entre estas y las partes interesadas del proyecto. Una vez establecidas todas las relaciones (Figura 2), se lleva a cabo un proceso de valoración cualitativa de SS. EE. Con base en los resultados

de la valoración, se selecciona un listado concreto de SS. EE. para pasar a la siguiente fase: cuantificación y valoración económica (TAREA 3).

La valoración cualitativa se lleva a cabo para cada una de las actividades principales de la cadena de valor del proyecto. Para esto, se utilizó una herramienta propia desarrollada ad hoc para este estudio. Esta herramienta utiliza como base CICES (Haines-Young, R. and M.B. Potschin, 2018)<sup>2</sup> y permite llevar a cabo un análisis exhaustivo de los impactos (positivos y negativos) y dependencias de los SS. EE, así como de los diferentes grados de materialidad de cada una de estas variables (alta, media, baja).

En total se llevaron a cabo **4 análisis de SS. EE.:** (M1) **ESTABLECIMIENTO** (incluye subactividades de zonificación, establecimiento y plantación), (M2) **GESTIÓN y CULTIVO** (incluye las subactividades de aclareo, poda y selección de tala), (M3) **TRANSFORMACIÓN** primaria y secundaria (incluye las subactividades de uso vías y carreteras y fabricación del producto) y (M4) **VIDA ÚTIL**.

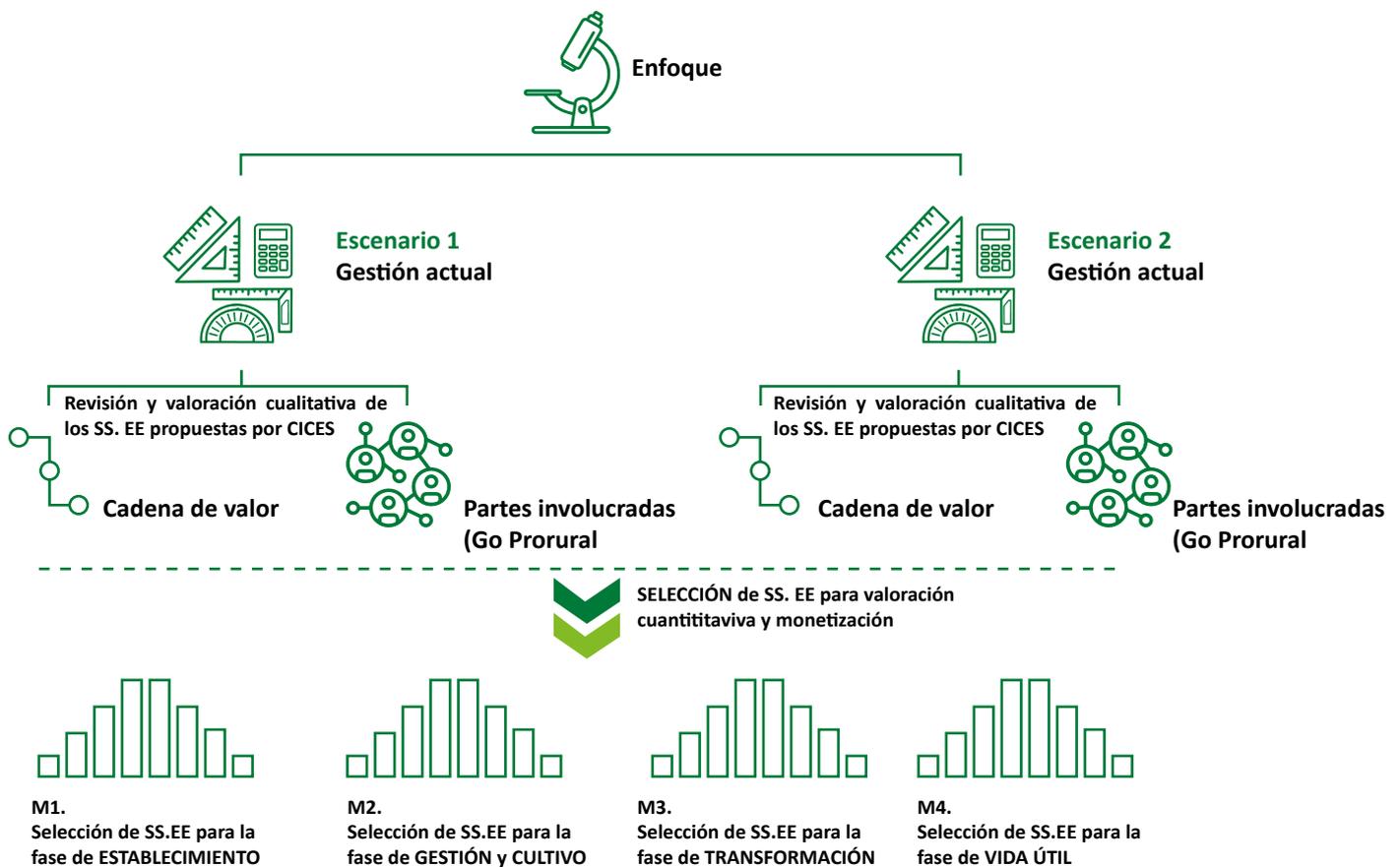


Figura 1. Representación esquemática de la aproximación metodológica

5 / Haines-Young, R. and M.B. Potschin, 2018, Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure ([www.cices.eu](http://www.cices.eu)). Este sistema de clasificación se desarrolló a partir del trabajo sobre contabilidad ambiental realizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), sus resultados han contribuido a la revisión del Sistema de Contabilidad Ambiental-Económica (SEEA), liderado por la División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD). La versión de CICES utilizada en este marco de trabajo es la V5.1.



| ACTIVIDAD PRINCIPAL                    | CADENA DE VALOR  | ESCENARIOS DE VALORACIÓN* |               | SELECCIONADA* | PARTES INVOLUCRADAS |         |         |        |     |              |          |
|--|--|---------------------------|---------------|---------------|---------------------|---------|---------|--------|-----|--------------|----------|
|  |  | ESCENARIO (1)             | ESCENARIO (2) |               | AYTO. <sup>1</sup>  | AZENTÚA | CESEFOR | COPADE | FSC | LEROY MERLIN | WOODLIFE |
| ESTABLECIMIENTO                        | Zonificación áreas de conservación/práctica gestión forestal del impacto |                           | •             | •             | •                   | •       | •       | •      | •   |              |          |
|  | Abastecimiento local del material genético                               |                           | •             |               |                     | •       | •       |        | •   |              |          |
|  | Abastecimiento externo del arbolado                                      |                           | •             |               |                     | •       | •       | •      | •   |              |          |
|  | Construcción caminos y senderos  |                           |               |               |                     |         |         |        |     |              |          |
|  | Quemas prescritas  | •                         | •             |               | •                   | •       | •       | •      | •   |              |          |
|  | Laboreo suelo  |                           |               |               |                     |         |         |        |     |              |          |
|  | Establecimiento del sistema de drenaje                                   | •                         | •             |               | •                   | •       | •       | •      | •   |              |          |
|  | Plantación de árboles autóctonos   | •                         | •             |               | •                   | •       | •       | •      | •   |              |          |
|  | Plantación árboles no autóctonos   |                           |               |               |                     |         |         |        |     |              |          |
|  | Plantación local (MO)  |                           |               |               |                     |         |         |        |     |              |          |
| Plantación mecanizada                  |  |                           |               |               |                     |         |         |        |     |              |          |
| GESTIÓN Y CULTIVO                      | Aclareo, poda  | •                         | •             | •             | •                   | •       | •       | •      | •   |              | •        |
|  | Fertilización del suelo  |                           |               |               | •                   | •       | •       | •      | •   |              |          |
|  | Riego  |                           |               |               |                     |         |         |        |     |              |          |
|  | Biocontrol   | •                         | •             |               | •                   | •       | •       | •      | •   |              |          |
|  | Pesticida  |                           |               |               |                     | •       |         |        |     |              |          |
|  | Construcción pistas de deslizamiento                                     |                           |               |               | •                   | •       | •       | •      | •   |              |          |
|  | Construcción aterrizajes   |                           |               |               | •                   | •       |         | •      |     |              |          |
|  | Selección de tala de árboles   | •                         | •             | •             | •                   | •       | •       | •      | •   |              | •        |
|  | Despeje área de corte  | •                         | •             |               | •                   | •       |         | •      |     |              |          |
| Restauración del suelo                 | •  | •                         |               | •             | •                   | •       | •       | •      |     |              |          |
| TRANSFORMACIÓN (1ª y 2ª)               | Uso carreteras   | •                         | •             | •             | •                   | •       | •       | •      | •   |              |          |
|  | Uso vías   | •                         | •             |               | •                   | •       | •       | •      | •   |              |          |
|  | Uso agua para transporte   |                           |               |               |                     |         |         |        |     |              |          |
|  | Recuperación productos químicos de proceso                               |                           |               |               |                     | •       | •       | •      | •   |              | •        |
|  | Recuperación de agua   | •                         | •             |               |                     | •       | •       | •      | •   |              | •        |
|  | Uso de residuos para generar energía                                     | •                         | •             |               |                     | •       | •       | •      | •   |              | •        |
|  | Fabricación de productos   | •                         | •             | •             |                     | •       | •       | •      | •   | •            | •        |
| Transporte a consumidor (no eléctrico) | •  | •                         |               |               | •                   | •       | •       | •      | •   | •            |          |
| VIDA ÚTIL                              | Vida útil producto   | •                         | •             | •             |                     | •       | •       | •      | •   | •            | •        |
|  | Reutilización del producto   |                           | •             |               |                     | •       | •       | •      | •   | •            | •        |
|  | Reciclaje  |                           | •             |               |                     | •       | •       | •      | •   | •            | •        |
|  | Incineración para generación de energía                                  |                           | •             |               |                     | •       | •       | •      | •   | •            | •        |
|  | Vertedero  |                           | •             |               |                     | •       | •       | •      | •   | •            | •        |

\*ESCENARIO (1): se refiere al modelo de gestión del bosque que se está llevando a cabo en la actualidad. En esta columna se señalan todas las actividades-subactividades identificadas en el modelo actual; ESCENARIO (2): se refiere a la propuesta de un modelo de gestión más sostenible. En esta columna se señalan todas las actividades-subactividades identificadas en el modelo propuesto.

<sup>1</sup> Teniendo en cuenta las actividades-subactividades identificadas en cada uno de los escenarios, y su interacción con las partes interesadas, se seleccionan aquellas que se consideran más relevantes para la valoración cualitativa de los SS. EE. En la valoración se tiene en cuenta los impactos positivos y negativos de las actividades-subactividades seleccionadas sobre los SS. EE., así como las dependencias de estos.

<sup>2</sup> Incluye a Orea y a Orihuela del Tremedal.

**Figura 2.** Configuración de los parámetros de identificación, cribado y valoración cualitativa de los SS. EE presentes en el área de estudio, según la combinación «cadena de valor-partes involucradas»

El análisis de estas 4 matrices resulta en la selección de los siguientes 7 escenarios de cuantificación y valoración (EV). La descripción de los escenarios se ajusta a la nomenclatura del CICES<sup>5,6</sup>:

- **EV.1 | Aprovechamiento de madera** para usos diferentes a la nutrición y a la energía [1.1.5.2 AP (B) Biomasa].
- **EV.2 | Animales silvestres** (terrestres y acuáticos) para nutrición, materiales o energía. Uso cinegético [1.1.6.1 AP (B) Biomasa].
- **EV.3 | Plantas silvestres** (terrestres y acuáticas) para nutrición, materiales o energía. Uso micológico [1.1.5.1 AP (B) Biomasa].
- **EV.4 | Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas** Regulación de las condiciones químicas del agua dulce. **Calidad del agua** [2.2.5.1 R&M (B)]
- **EV.5 | Intervención de procesos vivos sobre desechos o sustancias tóxicas de origen antropogénico.** Transformación de insumos bioquímicos o físicos a ecosistemas; Regulación de la calidad del suelo. **Depósito de Carbono** [2.1.1.2 R&M (B)]
- **EV.6 | Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas vivos y que depende de la presencia del usuario en un entorno ambiental específico.** Interacciones físicas y experienciales con el entorno natural; Interacciones espi-

<sup>6</sup> /AP (B): aprovisionamiento o abastecimiento biótico; R&M (B): regulación y mantenimiento biótico; C&R (B): cultural y recreativo biótico. Los códigos numéricos responden a la organización jerárquica del CICES en el que el primer dígito representa el servicio, el segundo representa el activo de capital natural principal que presta el servicio, el tercero se basa en la aplicación del activo y el cuarto dígito describe el uso de la aplicación. Todos los detalles se pueden consultar en [www.cices.eu](http://www.cices.eu).

rituales, simbólicas y/o de un tipo similar, con el entorno natural. **Turismo y Bienestar** [3.1.1.1 3.; 1.1.2 C&R (B)]

- **EV.7 |** Interacciones físicas y experienciales con componentes bióticos del entorno Varios descriptores. **Empleabilidad** [3.1.2.2 C&R (B)]

La cuantificación y valoración económica de estos escenarios se desarrolla en la tarea 3.

## Metodología | Tarea 3, cuantificación y valoración económica

El equipo de trabajo seleccionó las herramientas y metodologías de trabajo en función de dos criterios: (i) criterio de libre acceso a la herramienta/método y (ii) criterio de utilidad de los resultados al conjunto del proyecto.

**Como herramienta de cuantificación transversal** a todos los EV, se seleccionó el Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto **QGIS**.

En cuanto a la cuantificación y valoración económica en cada caso:

- Para los **EV de los SS. EE. de AP (EV 1 a 3)**, se han utilizado los **planes especiales de cada una de las agrupaciones de MUP**, se ha extraído la cantidad de recurso disponible y aprovechado, y se ha monetizado el valor diferencial entre los 2 escenarios (actual y futuro) en función de los **precios del mercado actual**.
- Para los **EV de los SS. EE. de R&M (EV4 y 5)**, el equipo de trabajo se ha apoyado en análisis SIG para el análisis de los servicios de regulación hídrica del territorio favorecidos por la presencia de los bosques, y se ha monetizado utilizando **pago por servicios ambientales** (US \$/ha/años<sup>7</sup>) definidos para las actuaciones de protección, gestión sostenible de los bosques. Para el análisis relacionado con los sumideros de Carbono, se utilizan los datos de estudios técnicos similares y se monetiza a través del **valor/precio de mercado (EUA<sup>8</sup>)**.
- Para los **EV de los SS. EE. de C&R (EV6 y 7)**, se cuantifica el servicio a través de **entrevistas y búsqueda de información** de datos turísticos de la comarca, y se monetiza a través de **costes de viaje y valor/precio de mercado** (cantidad de dinero que los turistas invierten para vivir una determinada experiencia en ese territorio).

## Resultados alcanzados

Al llevar a cabo la valoración cualitativa desde el punto de vista de las partes involucradas en las actividades-subactividades seleccionadas, se han identificado una serie de impactos negativos que son inherentes a las acciones del proyecto. Además de los impactos negativos, se pone de manifiesto la existencia también de un número significativo de impactos positivos, tanto sobre los sistemas vivos (bióticos) como sobre aquellos que dependen de

procesos físicos y/o geofísicos (abióticos). De manera especial en relación con los servicios de R&M y los C&R. El resultado global muestra cómo los impactos se conectan entre sí en este tipo de enfoques, más cercanos a la realidad que cuando se tratan estos asuntos como compartimentos estancos. En cuanto a las dependencias, se identifica la estrecha relación que existe entre las actividades de este sector con el medio natural y cómo todos los SS. EE. evaluados en este estudio se encuentran directamente vinculados con la situación socioeconómica de la comarca.

En cuanto a la monetización de resultados, merece la pena destacar:

- En el **caso del EV1**, la demanda de madera es muy inferior a la que fue en su día y recurre a empresas de Soria, Segovia y Valencia a las que se les adjudica el total de cortas a ejecutar. Este suceso supone que la industria asociada a esta gestión vaya desapareciendo y se vea a su vez desplazada de la localidad. Por otro lado, el destino final de las extracciones se centra en productos de embalaje, reduciendo así también su valor de mercado. Teniendo en cuenta lo anterior, se calcula que los ingresos para la comarca están entorno a los **137.000 €/año**. En un posible escenario futuro (escenario 2) los ingresos anuales podrían rondar los **570.000 €/año**.
- En el **caso del EV2**, se estima que los beneficios para la comarca asociados al uso cinegético están por encima de los **180.000 €/año**, teniendo en cuenta únicamente el número de permisos y su coste. No se consideran otros costes adicionales como los costes de viaje, alojamiento y manutención, o los gastos en el material necesario para el desarrollo de esta actividad. Estos costes se han incorporado a los EV de los SS. EE. C&R. Hay que destacar además que estos ingresos podrían ser superiores en el escenario 2, si se creara un mercado local para la comercialización de la carne, asociado a un sello de calidad que reflejara la huella positiva social y ambiental del producto.
- En el **caso del EV3**, se estiman unos ingresos de **16.209,51 €/año**, asociados a los costes de los permisos. En el caso de un escenario futuro y aunque el valor bruto estimado puede alcanzar el millón de euros<sup>9</sup>, no se consideran diferencias significativas en los beneficios aportados por este servicio ecosistémico. No se consideran otros costes adicionales como los costes de viaje, alojamiento y manutención, o los gastos en el material necesario para el desarrollo de esta actividad. Estos costes se han incorporado a los EV de los SS. EE. C&R.
- En el **caso del EV4**, en la actualidad, (escenario 1) no se obtienen ingresos por este servicio. En el supuesto caso de que se implementara un sistema de pago por servicio, se estima que la comarca podría ingresar del orden de **1.250.000 €/año**.
- En el **caso del EV5**, el valor económico asociado a este servicio puede ser muy diferente en función del momento en el que se calcule. La evolución de los precios de derecho de emisión de CO2 utilizados para este estudio (EUA) es significativa desde 2005. En el momento de realización de este informe, se consideró un precio de 80 €/ton (media anual

para 2022) . Las estimaciones de carbono acumulado en las masas forestales de la comarca y teniendo en cuenta la media anual (2022)<sup>10</sup> del precio de la tonelada de carbono, se estima un valor total de **272.838.902 €**. En este caso se ha calculado un valor único que corresponde al total de carbono acumulado en las masas forestales de la comarca.

- En el **caso del EV6**, turismo y bienestar. Se integran aquí los costes asociados a viajes, alojamiento y manutención, así como gastos en material genéricos de acuerdo con los visitantes estimados, no haciendo distinción entre usos. De esta forma se evitan dobles conteos con los EV 2 y 3. Se estima que se podrían estar ingresando unos **64.100 €/año** repartidos entre hoteles, restaurantes, supermercados u otros.
- En el **caso del EV7**, actualmente se recurre a empresas de Soria, Segovia y Valencia a las que se les adjudica el total de cortas a ejecutar. Si se recuperase la industria maderera en la localidad evitando tener que recurrir a otros territorios, se estima que podrían quedarse en la comarca unos **2.570.000 €/año** en forma de salarios brutos repartidos en distintas actividades/subactividades de la cadena de valor.

## Conclusiones

Se pone de manifiesto las consecuencias de los escasos recursos de la comarca a la hora de llevar a cabo una gestión más eficaz de sus bosques.

**Si consideramos el escenario 2, en el que no solo se lleva a cabo ese modelo teórico de gestión más eficaz en el que los beneficios de la madera se quedan en la comarca, sino que además se tiene en cuenta el valor económico multiservicio, podríamos estar hablando de un incremento en los beneficios para la comarca superior a los 4.252.863€/año** tal y como se resume en la Tabla 1, a continuación.

**Uno de los resultados más significativos es el del valor económico asociado a la generación de empleo dentro de la cadena de valor forestal (EV 7).** Aunque no se ha contemplado en este estudio un análisis más detallado, hay que tener en cuenta que el impacto económico en la región se esperaría muy superior a esta cifra, puesto que dicho impacto debe entenderse no solo como el impacto directo (empleo) sino como la combinación de este con el impacto indirecto (p.ej.: dentro de la cadena de suministro) así como el impacto inducido (puestos de trabajo, ingresos laborales y valor agregado resultante del gasto de los hogares que perciben los ingresos, obtenidos de manera directa o indirecta).

| Escenarios de gestión   |                    |                    |  |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--|
| Escenario de valoración | 1   Actual (€/año) | 2   Futuro (€/año) |  |
| EV1                     | 137.000            | 570.000            |  |
| EV2                     | 180.000            | 180.000            | (+) ingresos por mercado local de carne con sello social y ambiental |
| EV3                     | 16.210             | 16.210             | (+) ingresos por incremento controlado del número de permisos        |
| EV4                     | --                 | 1.250.000          |  |
| EV6                     | 64.100             | 64.100             |  |
| EV7                     | --                 | 2.570.000          |  |
| <b>VET (€/año)</b>      | <b>397.310</b>     | <b>4.650.310</b>   |  |
| EV5                     | 272.838.902        |                    | Valor único (acumulado en las masas forestales de la comarca)        |

**Tabla 1** Resumen de resultados



azentua

Análisis de Ciclo de Vida de 3 productos de madera  
resultado del GO Prorural. Medición de Huella Ambiental.

## Introducción y contexto

Los cambios de mentalidad del público general en relación con los impactos ambientales que un determinado sector de actividad realiza sobre el medio ambiente son cada vez más notables. En particular, el cambio climático y la relación que tiene con las emisiones atmosféricas, entre las que se encuentran los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y que han sido ampliamente identificadas, contrastadas y verificadas. Este cambio de mentalidad se ve reflejado en la decisión de la obtención de un producto u otro del mercado en función de sus aspectos ambientales.

Los productos de madera almacenan carbono durante toda su vida útil, haciendo que la Unión Europea (UE) considere la gestión sostenible de los bosques madereros un sumidero neto de carbono (Life Forest, 2021)<sup>11</sup>. Es lógico por tanto decir que los bosques desempeñen un papel fundamental en el ciclo global del carbón, favoreciendo a la reducción de las emisiones de GEI y al cambio climático.

Este estudio se centra en estimar la huella ambiental en tres tipos de productos de madera (madera laminada encolada, suelos de madera maciza, y suelos y fachadas de madera termo tratada) para determinar la existencia de una ventaja competitiva de estos productos frente a otros del sector y así favo-

recer una repotenciación del sector forestal en el territorio de los municipios de Orea y Orihuela del Tremedal.

## Objetivos y alcance

El objetivo de este estudio es estimar la huella ambiental del ciclo de vida completo del sistema productivo del sector forestal en términos de huella de carbono (HC). El alcance de este estudio incluye la medición de HC en cada etapa del sistema productivo de sus tres productos y la medición de la HC de los miembros colaboradores del propio grupo operativo.

## Metodología usada para el estudio

El estudio sigue la metodología de los Análisis de Ciclo de Vida (ACV) que se basan en las normativas ISO. Los análisis del ciclo de vida nos permiten observar los impactos potenciales que un determinado producto o actividad tiene a lo largo de toda su vida útil, teniendo en cuenta todas las entradas y salidas específicas en el sistema de producción. El alcance de la metodología de los ACV se puede evaluar de diversas maneras, si bien a propósito del estudio se ha realizado la evaluación del proceso en su conjunto, lo que se denomina “de la cuna a la tumba”.



**Figura 1** Ejemplo de etapas del Ciclo de Vida (de la cuna a la tumba) / Fuente: IHOBE

Cabe destacar que, dado que las salidas del sistema se basan únicamente en emisiones y residuos, a la hora de realizar la cuantificación ambiental se ha decidido utilizar como herramienta la Medición de la Huella de Carbono (HC).

Al igual que ocurre con el ACV, la medición de la HC se basa en estándares internacionales como las normas ISO y el *Green*

*House Gas Protocol (GHG)*. Este protocolo, cuya línea de actuación sigue el Ministerio de Transición Ecológica (MITECO), contempla los impactos directos e indirectos de una actividad mediante una metodología basada en tres niveles de alcance (Tabla 1). Es esta metodología la que se ha seguido en este estudio.

| Tipo alcance | Descripción  |
|--------------|--|
| ALCANCE 1    | Analiza las emisiones directas generadas por efecto de la actividad.<br>[Incluye flotas de vehículos y consumo de combustible para vehículos y edificios.] |
| ALCANCE 2    | Consumo de electricidad utilizado a lo largo de estas etapas descritas como actividades.   |
| ALCANCE 3    | Analiza las emisiones indirectas generadas por subcontratación de otras empresas y por consiguiente, no se encuentra bajo el control de estas.             |

**Tabla 1.** Tipos de alcances en la evaluación de la HC (GHG Protocol)

<sup>11</sup> / Guías técnicas para la cuantificación y la contabilidad de la absorción de carbono de las técnicas de gestión forestal sobre *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster*. Life 14 CCM /ES/001271- Life Forest CO2. Cuantificación de sumideros de carbono forestal y fomento de los sistemas de compensación como herramientas de mitigación del cambio climático

El informe se desarrolla a partir las cuatro fases de las que consta un ACV de acuerdo con el siguiente esquema.

- **ACV-I** | Objeto y alcance.
- **ACV-II** | Inventario del ciclo de vida y limitaciones.
- **ACV-III** | Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV).
- **ACV-IV** | Interpretación del ciclo de vida y resultados.

## Metodología | ACV-I, Objetivo y alcance

En esta parte del estudio se desarrolla el objetivo y alcance de este. El objetivo final, como se ha comentado previamente, es el cálculo de la huella de carbono del sistema de producción y durante la etapa preliminar de los estudios de viabilidad. Además, se cuantifica el alcance 1 y 2 de la HC perteneciente a los miembros participantes del grupo operativo.

## Metodología | ACV-II, Inventario del ciclo de vida y limitaciones

Esta siguiente fase es imprescindible a la hora del análisis dado que sirve de base para la medición de todos los cálculos posteriores, mediante la obtención de los datos y procedimientos de cálculo para identificar y cuantificar todos los efectos ambientales.

Por una parte, se tiene la huella de carbono en la **etapa de diseño**, cuya cuantificación está orientada a identificar la HC generada por las empresas participantes del grupo operativo. En este caso consiste en medir la cantidad de energía que utilizan cada una de las empresas en función del número de empleados que trabajan en ella, valorándose de la siguiente forma: consumo de combustible en los edificios y consumo de combustible destinado al consumo eléctrico.

Por otra parte se realiza el cálculo de la HC de los 3 productos **del sistema productivo**, teniendo en cuenta sus flujos de materiales de entrada y productos de salida, incluyendo residuos.

## Metodología | ACV-III, Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV)

La tercera fase de evaluación del ACV es la evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV), cuyo propósito es proporcionar información adicional para ayudar a evaluar los resultados del Impacto del Ciclo de Vida (ICV) de un producto.

Para ello se cuantifica la HC en la etapa de diseño, teniendo en cuenta el alcance 1 y 2. Por otra parte, como ocurre en la fase previa, se calcula la HC del sistema de producción.

## Metodología | ACV-IV, Interpretación del ciclo de vida y resultados

La última fase del ACV consiste en la recopilación de los resultados obtenidos en las fases previas para ser utilizados como base para las conclusiones, recomendaciones y/o tomas de decisiones de acuerdo con los objetivos propuestos.

## Resultados alcanzados

La huella ambiental de los productos posee un balance final negativo. Esto es consecuencia, como se ha comentado anteriormente, del efecto de acumulación de C de los productos de madera. Existe un valor de acumulación de C en la madera, que tomando como ejemplo el caso del *Pinus sylvestris*. L. es de 1,83 kg CO<sub>2</sub>eq/kg de materia seca (MS). Al añadir este valor sobre la HC calculada en cada uno de los productos, el resultado pasa a ser negativo. Es decir, que los

| Grupos de actividad.                 | Descripción de tareas.   |
|--------------------------------------|--|
| Extracción de materias primas        | Operaciones que van desde la tala de los árboles, el desrame, tronzado, apilado hasta el transporte de las trozas.   |
| Primera transformación               | Operaciones en aserradero destinadas a descortezado,   |
| Segunda transformación <sup>12</sup> | Actividades ligadas a la transformación <sup>13</sup> del producto. Clasificación, selección, descortezado, tronzadora de trozas, Canteado, recortado y apilado.   |
| Uso y mantenimiento del producto     | La madera, acumula el carbono en el material. En función de la vida útil estimada para el producto, la huella de carbono podrá suponer una mayor o menor huella de carbono. En este caso, se estiman los 3 productos con una prolongación de la vida útil de al menos 25 años. |
| Transporte                           | Los transportes realizados entre cada una de las etapas se contemplan en este grupo en función de los km recorridos y las toneladas transporte.  |

12 / No se contemplan los posibles contaminantes por la producción de los productos químicos de termo tratamiento, melanina etc.

|                                    |                        | Producto A | Producto B | Producto C | Subproductos |
|------------------------------------|------------------------|------------|------------|------------|--------------|
| ALCANCE 1                          | Combustibles vehículos | 342,08     | 342,08     | 342,08     |              |
|                                    | Combustibles edificios | 691,11     | 679,93     | 679,93     | 13,42        |
| ALCANCE 2                          | Consumo eléctrico      | 628,31     | 286,65     | 286,65     | 409,98       |
| TOTAL emisiones                    |                        | 1.661,50   | 1.308,66   | 1.308,66   | 423,41       |
| TOTAL compensación por C acumulado |                        | -8.379,37  | -3.142,26  | -3.142,26  | -6.529,29    |
| BALANCE FINAL                      |                        | -6.717,87  | -1.833,601 | -1.833,601 | -6.105,89    |

**Tabla 3.** Resultados de la HC por producto (tCO<sub>2</sub>eq)

productos pasan a ser considerados como sumideros de C en vez de emisores durante toda su vida útil.

En la Tabla 3 se muestra el agregado de emisiones **por cada producto**, incluyendo el análisis también efectuado sobre los subproductos (productos de embalaje).

Tal y como se puede observar, el resultado global muestra que dado que el producto A es el que mayor producción tiene, es también aquel que posee la huella de carbono negativa más alta.

Los resultados relativos al alcance 3 para evaluar la posibilidad del aprovechamiento de los residuos para producción energética (estimado en un 82% de subproductos derivados del sistema de producción), ha resultado también positivo. Como se puede observar en Tabla 4 habría una reducción de emisión de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, en comparación con el mix eléctrico, mediante la utilización de la biomasa como combustible.

|               | KWh          | tCO <sub>2</sub> eq |
|---------------|--------------|---------------------|
| Biomasa       | 9.178.601,60 | 165,21              |
| Mix eléctrico | 9.178.601,60 | 2.845,37            |
| Diferencia    |              | -2.680,15           |

**Tabla 4.** Reducción de C emitido por aprovechamiento del residuo sólido

| Etapas:                           | Diseño      | Extracción    | 1ª transformación | 2ª transformación | Transporte      | Fin de vida útil  | tCO <sub>2</sub> eq totales. |
|-----------------------------------|-------------|---------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------------------|
| COPA DE                           | •           |               |                   |                   |                 |                   | 1,25                         |
| CESEFOR                           | •           |               |                   |                   |                 |                   | 0,84                         |
| FSC                               | •           |               |                   |                   |                 |                   | 0,84                         |
| AZENTÚA                           | •           |               |                   |                   |                 |                   | 0,84                         |
| Orea                              | •           | •             |                   |                   |                 |                   | 0,42                         |
| Orihuela del Tremedal             | •           | •             |                   |                   |                 |                   | 0,42                         |
| Leroy Merlín                      | •           |               |                   |                   |                 | •                 | -14.663,90                   |
| Royuela                           |             | •             | •                 |                   | •               |                   | -4.111,75                    |
| Empresa 2ª transformación         |             |               |                   | •                 |                 |                   | 1.411,36                     |
| Empresa de transporte             |             |               |                   |                   | •               |                   | 873,33                       |
| Empresa de combustión de biomasa  |             |               | •                 |                   |                 |                   | 2.680,15                     |
| <b>tCO<sub>2</sub>eq totales.</b> | <b>5,02</b> | <b>523,86</b> | <b>-1.184,13</b>  | <b>1.411,36</b>   | <b>1.026,23</b> | <b>-20.948,43</b> | <b>-19.166,10</b>            |

**Tabla 5.** Aportación a la huella de carbono por etapa del ciclo de vida y por participante

La metodología implementada permite obtener resultados agregados en las etapas del ciclo de vida y por participante, añadiendo el pequeño aporte de la fase de diseño y la contribución por el uso de la biomasa:

La industria de transformación, y en menor medida el transporte, si bien se ve compensada por el uso de la biomasa, en términos absolutos es la que mayores emisiones genera por efecto del consumo de combustibles fósiles.

## Conclusiones

La evaluación de un modelo de sistema productivo basado en la gestión sostenible de los bosques mediante un balance negativo de GEI se podría considerar, en base a los resultados obtenidos, como viable.

De acuerdo a los resultados finales se puede observar que la huella de carbono del sistema productivo es negativa, cumpliendo la hipótesis inicial de que los productos de madera son sumideros de carbono y por tanto pueden favorecer a reducir los impactos de la industria en el medio natural. Además, abre la ventana para que su producto se caracterice por una huella sostenible mediante la Certificación FSC, y por tanto utilizarlo como ventaja competitiva ante otros productos similares del mercado.



## Introducción y contexto

Dentro del contexto del GO PRORURAL es necesario conocer en profundidad las características físico mecánicas de la madera estructural. Estas propiedades determinan su empleo para diferentes productos estructurales como pueden ser vigas de madera, madera laminada encolada, tablero contralaminado, etc.

Es fundamental para arquitectos e Ingenieros conocer estas propiedades para poder calcular las estructuras de sus construcciones.

Si bien, es sabido que el pino silvestre presenta una buenas propiedades mecánicas para su uso en estructuras, se planteaba dentro del proyecto la necesidad de validar mediante ensayos estas propiedades para la madera procedente de los montes objeto del proyecto (Montes Universales).

## Objetivos y alcance

El objetivo principal es la caracterización de madera estructural siguiendo la normativa vigente de este producto (normas UNE-EN 14081-1, UNE-EN 384, UNE-EN 408, etc.) que ofrezca una información orientativa sobre las prestaciones mecánicas de la madera de pino silvestre (*Pinus Silvestris*) y su potencialidad para ofrecer madera estructural de la zona objeto de estudio (Alto Tajo)

## Metodología usada para el estudio

1. Muestreo: La muestra de madera ha sido extraída de 15 parcelas diferenciadas dentro de los montes de Orea y Orihuela Del Tremedal. Las parcelas se muestrearon teniendo en cuenta toda la variabilidad de estratos de la zona. De cada parcela se cortaron 10 árboles los cuales se aserraron en serrerías de la zona y de esas piezas aserradas se escogieron 150 piezas aleatoriamente para ensayar en laboratorio. Se optó para ello por piezas de la siguiente sección: 15x 5 cm.
2. Acondicionado de las muestras: Una vez fabricado el material de ensayo se transportó hasta el laboratorio especializado de Cesefor, momento en el que se procedió a la identificación de cada probeta.
3. Por otra parte, la normativa europea de ensayo UNE-EN 408 indica que la madera se debe acondicionar en cámara de acondicionado bajo condiciones controlada de:  $(20 \pm 2)$  °C y  $(65 \pm 5)$  % de temperatura y humedad respectivamente, con lo que las piezas recibidas fueron acondicionadas según este requerimiento.
4. Clasificación mediante técnicas sónicas: Inmediatamente después del acondicionado y previamente al ensayo a flexión se procedió a la clasificación de la madera aserrada acondicionada mediante la técnica no destructiva seleccionada, medición de la frecuencia mediante el equipo MTG de *brookhuis*. Cada pieza de madera aserrada fue además pesada con el objeto de contar con la medida necesaria para poder determinar posteriormente la densidad de la misma.
5. Clasificación visual piezas: En la siguiente fase se clasificaron visualmente las piezas midiendo las diferentes singularidades que presentaban en su zona crítica (tercio central). También se controlaron en la longitud total de las piezas aquellas singularidades que resultan imperceptibles en la zona crítica. Las singularidades controladas fueron:
  - Tamaño de nudos aislados en la cara.
  - Tamaño de los nudos agrupados en la cara.
  - Tamaño de nudos aislados en canto.
  - Tamaño de nudos agrupados en el canto.
  - Tamaño de los anillos de crecimiento.
  - Desviación general de la fibra.
  - Longitud y profundidad de las fendas.
  - Presencia de acebolladuras, o fendas ocasionadas por rayos, abatimientos, etc.
  - Presencia de medula.
  - Presencia y dimensión de las gemas.
  - Deformaciones.
  - Presencia de pudriciones y/o alteraciones biológicas.
  - Presencia de madera de reacción.
  - Presencia de daños por mecanizado.

laridades que presentaban en su zona crítica (tercio central). También se controlaron en la longitud total de las piezas aquellas singularidades que resultan imperceptibles en la zona crítica. Las singularidades controladas fueron:

- Tamaño de nudos aislados en la cara.
  - Tamaño de los nudos agrupados en la cara.
  - Tamaño de nudos aislados en canto.
  - Tamaño de nudos agrupados en el canto.
  - Tamaño de los anillos de crecimiento.
  - Desviación general de la fibra.
  - Longitud y profundidad de las fendas.
  - Presencia de acebolladuras, o fendas ocasionadas por rayos, abatimientos, etc.
  - Presencia de medula.
  - Presencia y dimensión de las gemas.
  - Deformaciones.
  - Presencia de pudriciones y/o alteraciones biológicas.
  - Presencia de madera de reacción.
  - Presencia de daños por mecanizado.
6. Ensayo a Flexión: El protocolo de ensayo se realizó según la norma UNE-EN 408. Cesefor dispone en su laboratorio de un Marco de ensayos Sitenor 2001, con capacidad de 50 toneladas de fuerza y dotada de dos extensómetros para la medición, de modo continuo, de la flecha de las vigas durante el ensayo.

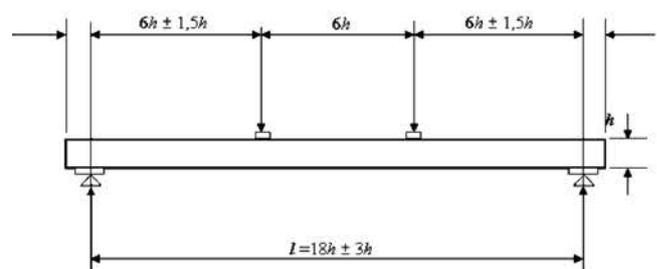
Los ensayos mecánicos tuvieron por objeto determinar los siguientes parámetros: módulo de elasticidad local y resistencia a la flexión, que junto con la densidad son los parámetros que determinan los valores característicos de las diferentes muestras de madera.

La longitud de cada una de las piezas fue al menos 19 veces el alto (cara o anchura) de la sección de la misma, tal y como establece la norma UNE-EN 408.

El procedimiento del ensayo se inició con la colocación de la probeta en la maquina universal de ensayos, colocando la probeta sobre dos puntos simétricos de apoyo con una luz igual a 18 veces la altura de la pieza, y sometiendo a la pieza a dos cargas puntuales, simétricamente colocadas en los tercios de la luz y por lo tanto con separación entre apoyos de seis veces la altura de la pieza, ver siguiente figura:

### Detalle acotado del ensayo.

Fuente: Norma UNE-EN 408.



En el presente trabajo, se optó por medir tanto el módulo de elasticidad local como el global, controlando y analizando ambos parámetros de rigidez. El módulo de elasticidad global se utilizó principalmente para el estudio del comportamiento de las diferentes Técnicas No Destructivas utilizadas.

En ambos casos la deformación se midió mediante la utilización de extensómetros. Para el módulo de elasticidad global el extensómetro se colocó en el centro de la pieza, en la parte inferior (cara traccionada). Para el módulo elasticidad local primero fue necesario colocar una percha en uno de sus cantos.

Una vez colocados todos los dispositivos, se comenzó a ejercer lentamente la presión, siempre con una velocidad constante. La norma UNE-EN 408 establece que la velocidad no debe superar en ningún momento los 0,003 h mm/s, criterio que se cumplió en todos los casos. La presión se mantuvo hasta alcanzar una carga (dentro del tramo elástico del material) suficiente para obtener las gráficas de deformación-fuerza necesarias para los cálculos de los módulos de elasticidad global y local, para lo cual los dispositivos se mantuvieron hasta superar 0,5 F<sub>max,est</sub>, siendo F<sub>max,est</sub> la fuerza máxima estimada.

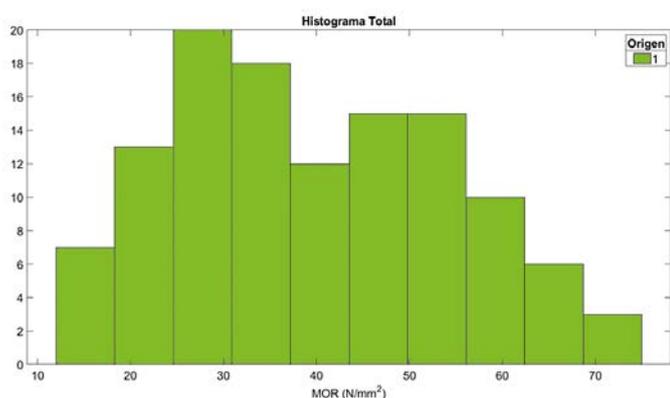
Posteriormente se retiraron ambos extensómetros y se continuó hasta la rotura de la probeta, momento en el que se anotó la F<sub>max</sub> (carga de rotura), el tiempo de duración del ensayo, y el motivo y la localización de la rotura.

Una vez rota la viga se clasificó visualmente la sección de rotura, midiendo y caracterizando la singularidad que produjo la rotura.

## Resultados alcanzados

**Resistencia a flexión:** Como se puede ver en el histograma, la resistencia a flexión ha dado valores muy variables, desde los 12N/mm<sup>2</sup> hasta cerca de 75 N/mm<sup>2</sup>, si bien la mayoría de las piezas están comprendidas entre los 24 N/mm<sup>2</sup> y los 55N/mm<sup>2</sup>.

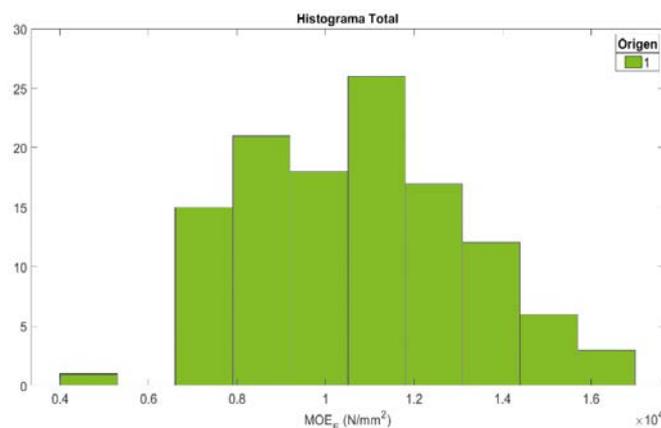
**Histograma de valores del Módulo de resistencia a flexión MOR (fm) en la muestra.**



## Módulo de elasticidad local

Respecto al módulo de elasticidad los valores quedan comprendidos entre los 4.000 N/mm<sup>2</sup> y los 17.000 N/mm<sup>2</sup> aproximadamente (figura 6). Teniendo en cuenta que el valor característico del módulo de elasticidad paralelo a la fibra se determina mediante el valor medio da un resultado 10706 N/mm<sup>2</sup>.

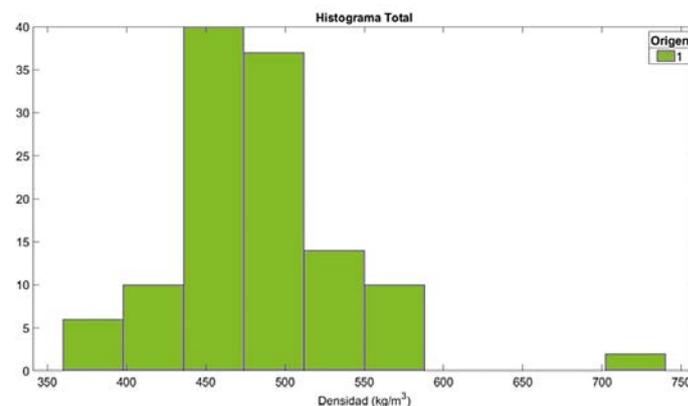
**Histograma de valores de módulo de elasticidad local MOEE (Em,local) en el total de la muestra.**



## Densidad

El percentil 5 de la densidad, corresponde a 397 kg/m<sup>3</sup>, lo que correspondería a una clase resistente C35 según la Norma EN 338. Por lo tanto, la densidad de la madera es elevada comparada con otras

**Histograma de valores de densidad (ρ) en el total de la muestra**



## Resumen de resultados:

| Característica                | SK    |
|-------------------------------|-------|
| Piezas válidas                | 119   |
| fm, prom (N/mm <sup>2</sup> ) | 39,8  |
| fm,k (N/mm <sup>2</sup> )     | 17,7  |
| CoV                           | 37%   |
| Em,o (N/mm <sup>2</sup> )     | 10706 |
| CoV                           | 22%   |
| ρ media (Kg/m <sup>3</sup> )  | 482   |
| ρ k (Kg/m <sup>3</sup> )      | 397   |
| CoV                           | 11%   |
| Humedad Ensayos               | 13.1  |
| CoV                           | 15%   |
| Humedad NDT                   | 13.6  |
| CoV                           | 15%   |

**Resultados técnicas no destructivas:** A continuación, se presentan resultados para la medición de la frecuencia.

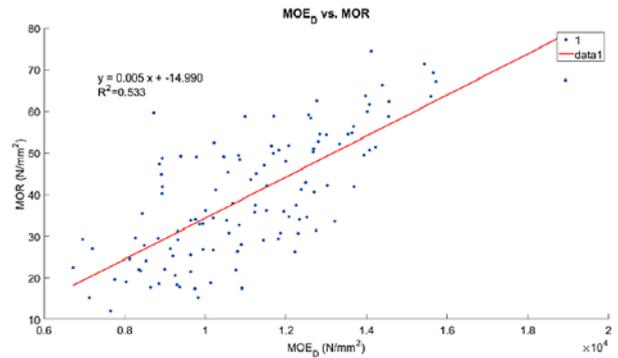
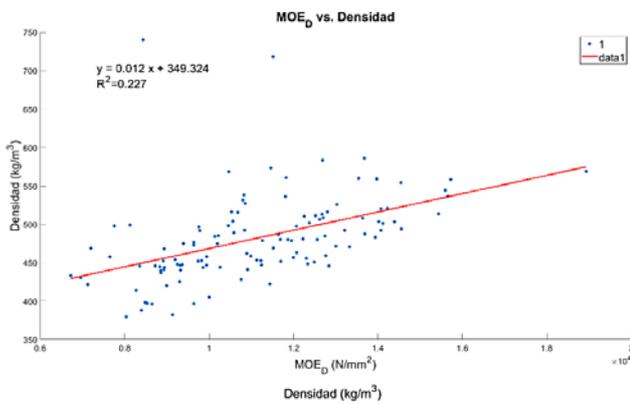
Los modelos de regresión obtenidos con la madera aserrada acondicionada entre los módulos de elasticidad dinámicos cálculo a partir de la medición de la frecuencia natural de vibración, y los parámetros mecánicos reales de las piezas de madera ensayadas fueron los siguientes, ver siguientes figuras:

**Modelo de regresión obtenido para la resistencia la flexión.**

MOR (N/mm2) = 0,005 \* Modulo de elasticidad dinamico (N/mm2) – 14,990  
 R2: 53,3

**Modelo de regresión obtenido para la densidad.**

Densidad (kg/m3) = 349,324 + 0,012\* Módulo de elasticidad dinamico (N/mm2)  
 R2: 22,7



**Conclusiones**

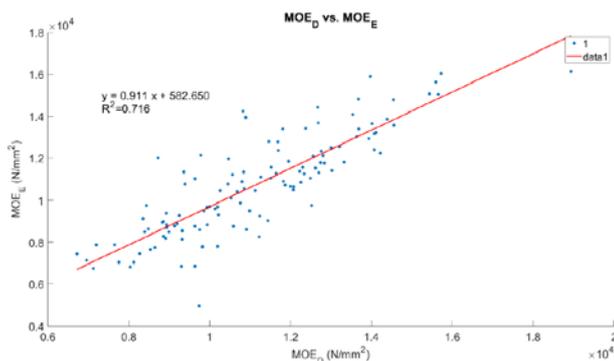
Se ha comprobado que la madera de pino silvestre del Alto Tajo, posee unas propiedades mecánicas aptas para la elaboración de cualquier producto destinado a estructuras.

La media de la elasticidad de la muestra ensayada da un valor correspondiente al de una clase resistente C27.

La técnica de la medición de la frecuencia de vibración presento niveles de predicción muy similares a los obtenidos en otras coníferas en lo que respecta al módulo de elasticidad, resistencia y densidad.

**Modelo de regresión obtenido para el módulo de elasticidad local.**

MOE (N/mm2) = 582,650 + 0,707211\*Módulo de elasticidad dinamico (N/mm2)  
 R2: 71,6





## Introducción y contexto

Dentro de la comarca del Alto Tajo, se pretende analizar la viabilidad económica de la instalación de posibles industrias de madera en la zona. En concreto se han analizado 2 posibles industrias: 1) Industria para la fabricación de madera laminada encolada (MLE); 2- Industria de madera para recubrimientos y pavimentos termotratados. Este estudio pasa por conocer el potencial de corta de los bosques de la zona así como los volúmenes de calidad de la madera disponibles para cada uno de las industrias analizadas.

## Objetivos y alcance

El objetivo fundamental de este resultado, es comprobar la viabilidad de un modelo negocio para el aprovechamiento del monte que incluya la tipología de productos, volúmenes aprovechables, recursos e inversión necesaria y resultado económico.

El alcance del modelo se circunscribe a los pueblos de Orea y Orihuela del Tremedal y un radio de 70 kilómetros de distancia.

## Metodología usada para el estudio

La metodología empleada se basa en las siguientes fases:

1. Muestreo: Se han replanteado 15 parcelas de corta y otras 15 de no corta que representan la variabilidad en las tipologías de masa de la zona.
2. Se han replanteado las parcelas en campo midiendo los árboles en un radio de 14,1 metros, así como marcando 10 árboles tipo de forma aleatoria.
3. Se han cortado los 10 árboles tipo de cada parcela identificando con un código para mantener la trazabilidad. La corta se ha realizado con los métodos tradicionales de la zona.
4. Se han transportado las trozas hasta aserradero.
5. Se han clasificado visualmente las trozas en aserradero y se procedió al aserrado de cada troza, manteniendo la trazabilidad en cada tablón aserrado.
6. Cada tablón aserrado se ha clasificado desde el punto de vista estético y desde el punto de vista estructural.
7. Se ha elaborado una base de datos con los datos de todos tabloneros con su trazabilidad y su clasificación, lo cual permite saber de cada árbol, el porcentaje en volumen de cada una de las calidades estudiadas.
8. Análisis de los datos: Para cada parcela y para el global de los montes se ha analizado los porcentajes en calidad de madera.
9. Se ha elaborado cartografía, que indica el potencial de cada una de las áreas en función de la calidad de madera y de producción para los diferentes productos estudiados.

10. Se ha realizado un análisis de las inversiones necesarias para la ubicación de las dos tipologías de industrias.
11. Se ha realizado un análisis de costes para los dos tipologías de industrias estudiadas.
12. Se ha realizado un análisis de ingresos en función del precio de mercado de los diferentes productos fabricados (precio de mercado primer semestre 2022)
13. Se han analizado los rendimientos y beneficios.

## Resultados alcanzados

Los principales resultados obtenidos son los siguientes:



Se ha obtenido una distribución en volúmenes y porcentajes de la calidad de la madera de la zona tanto para uso estructural, como para uso estético.



Unido al resultado 1, se ha conseguido una cartografía que indica para las diferentes zonas el potencial de madera para los productos madera laminada encolada y suelos y pavimentos de madera por zonas.



Se ha obtenido un análisis de inversiones, costes ingresos y beneficio para la ubicación de dos tipos de industria de madera.

## Conclusiones

- Aproximadamente el 50% de la madera aserrada en el estudio cumple los requisitos de ME-1 según la Norma 56544, lo que supone que es apta para la fabricación de Madera Laminada Encolada GL24H.
- Aproximadamente el 10% de la madera aserrada en el estudio cumple los requisitos calidad estética "especial o primera", y sus propiedades son óptimas para la fabricación de suelos y recubrimientos termotratados.
- Teniendo en cuenta la posibilidad de corta de los montes estudiados y las calidades obtenidas, sería posible obtener 5900 metros cúbicos de madera laminada encolada.
- Teniendo en cuenta la posibilidad de corta de los montes estudiados y las calidades obtenidas, sería posible obtener 1300 metros cúbicos fabricados de suelos y recubrimientos termotratados.
- El análisis de la Tasa Interna de retorno daba un 28% lo cual indica que la rentabilidad de la inversión, si bien, las fluctuaciones de precios de en los últimos meses requeriría un ajuste del modelo



Medición de la Huella Social



## Introducción y contexto

La fabricación de un producto trae consigo la generación de efectos a lo largo de toda su cadena de valor, en las personas y en el medioambiente. Para conocer la Huella de los tres productos definidos, es necesario identificar los efectos generados por cada una de las empresas involucradas en su fabricación y agregarlos.

## Objetivos y alcance

El objetivo de esta actividad es identificar la Huella que la fabricación de productos de madera de madera sostenible podría generar en la población y el territorio.

Se ha trabajado sobre una cadena de valor que por el tipo de empresa se considera representativa de la zona integrada por tres eslabones cada uno vinculado a una empresa: 1) aprovechamiento forestal, 2) primera transformación y 3) tercera transformación.

## Metodología usada para el estudio

De acuerdo a la guía **SDG Compass** desarrollada por GRI, **UN Global Compact** y **WBCSD**, la medición de la huella y contribución a los ODS pasa por mapear la cadena de valor de cada organización identificando efectos. Fundación COPADE ha trabajado estos últimos años con pymes ayudándoles a identificar su Huella, fruto de la experiencia acumulada ha desarrollado un cuestionario de mapeo de efectos y actividades susceptibles de causarlos.

Por la singularidad de las empresas de aprovechamiento forestal y primera transformación, el cuestionario fue adaptado para realizar su medición en la pasada anualidad. En la presente anualidad se ha aplicado el cuestionario desarrollado por COPADE a la empresa de segunda transformación. Agregando los resultados de las tres empresas hemos obtenido la medición de la Huella asociada a los productos.

Los resultados se clasifican en los ámbitos de: personal de la empresa, medioambiente, comunidad, cadena de valor y gobernanza.

## Resultados alcanzados



CADENA DE VALOR



GOBERNANZA



PERSONAL



COMUNIDAD



MEDIO AMBIENTE

En esta anualidad se ha identificado la huella generada por Steel Blade y se ha agregado a la vinculada al resto de la cadena de valor obtenida la pasada anualidad.

La huella de Steel Blade es significativamente mayor a la generada por las dos empresas de aprovechamiento forestal y primera transformación, con una huella mayor en los ámbitos de medioambiente, cadena de valor, comunidad y gobernanza.

Todas las empresas tienen sus mayores efectos en el ámbito personal de la empresa.

## Conclusiones

La fabricación de productos en este territorio genera sobre todo efectos en el personal de las empresas y en el medioambiente. Se prevé que la puesta en marcha de nuevas cadenas de valor sostenibles en el sector forestal generará empleo y crecimiento económico lo que permitirá atraer y fijar población en estos municipios.

En las empresas pequeñas locales la gobernanza suele estar poco desarrollada, y la Huella generada deriva en gran parte del cumplimiento de la legislación de obligado cumplimiento, por ello, la certificación Compromiso Huella Social y ODS puede ser de gran ayuda para marcar la hoja de ruta en la mejora de la sostenibilidad.





Evaluación para la Certificación Madera Justa

## Introducción y contexto

Es fin de proyecto FEADER GO PRORURAL poner en marcha una industria sostenible de fabricación de productos forestales. Las certificaciones FSC y Madera Justa contribuyen a asegurar la sostenibilidad del modelo. El sello Madera Justa asegura la sostenibilidad social y medioambiental de los productos fabricados, y a través de un sello diferencia el producto, permitiendo al consumidor realizar un proceso de compra bajo criterios responsables.

## Objetivos y alcance

El objetivo de esta actividad es analizar la viabilidad de la implantación de la certificación Madera Justa en los productos madera. El alcance del sello comprende toda la cadena de valor del producto a partir del aprovechamiento forestal.

## Metodología usada para el estudio

Para estudiar la viabilidad de la implantación de la certificación es necesario estudiar el cumplimiento de los requisitos del estándar Madera Justa MJ-STD-001 V3.1 por cada una de las empresas de la cadena de valor del producto.

## Resultados alcanzados

Las organizaciones de la cadena de valor de los productos de madera pueden cumplir con los requisitos de certificación, siempre que implementen procedimientos adicionales a los que ya tienen, fundamentalmente relativos a:

- **Seguimiento** del cumplimiento del estándar,
- **Gestión** de materiales,
- **Etiquetado y documentación** informativa para clientes,
- **Respuesta** a emergencias y accidentes.

Y el aprovechamiento forestal se realice en un bosque con certificación FSC o similar.

## Conclusiones

Las entidades que integran la cadena de valor de los productos de madera son entidades aptas para poder certificarse en el estándar de Comercio Justo y Consumo Responsable de la Madera, MJ-STD-001 v3.1.





Contribución a la consecución de los Objetivos  
de Desarrollo Sostenible (ODS)

## Introducción y contexto

La puesta en marcha de un modelo productivo sostenible se prevé que contribuirá muy positivamente al logro de los ODS. En esta actividad se analiza la posible contribución a cada uno de los 17 ODS.

Para ello se parte de la identificación de Huella llevada a cabo en la actividad 7.1, alineando cada temática de Huella con uno varios ODS.

## Objetivos y alcance

El objetivo de esta actividad es analizar la contribución a los ODS de la puesta en marcha de un modelo productivo vinculado al sector forestal en los municipios de Orea y Orihuela del Tremedal.

## Metodología usada para el estudio

La huella que genera una iniciativa productiva en el territorio y su población depende de la huella de cada empresa de la cadena de valor vinculada a la iniciativa y también de las acciones que los ayuntamientos ponen en marcha para apoyar y/o enmarcar el desarrollo de la misma.

En esta actividad COPADE ha identificado la contribución a los ODS de cada una de las empresas de la cadena de valor, alineando los resultados de Huella obtenidos en la actividad 7.1. con los ODS, y además ha identificado la contribución a los ODS de las acciones que los ayuntamientos vinculadas a la puesta en marcha de estas nuevas cadenas productivas.

## Resultados alcanzados

Los Huella identificada en la actividad .7.1.generada en el personal de las empresas y en el medioambiente se traduce en contribución a los ODS 1. Fin de la pobreza, ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico, ODS 3. Salud y Bienestar, y ODS 15. Producción y consumo responsable.

Los ayuntamiento por su parte impactan, por las iniciativas puestas en marcha para promover el empleo en el sector forestal fundamentalmente en los ODS 4. Educación de calidad y 8. Trabajo decente y crecimiento económico y también en el 15. Protección y conservación del medio terrestre, puesto que son ellos quienes los custodios de la gestión forestal sostenible en sus territorios.



## Conclusiones

Este proyecto es un claro ejemplo de contribución al ODS 17 que da impacta con sus logros en otros ODS: Ayuntamientos, ONG y empresas consultoras y productivas se han unido para impulsar el desarrollo local (ODS 8), a través de la implantación de una industria maderera sostenible (ODS 9), que a través de una gestión sostenible de los bosques (ODS 15) mejora así las condiciones de vida de la población (ODS 1, 3).





Propuestas para minimizar el impacto ambiental  
de los aprovechamientos

## Introducción y contexto

El proyecto GO Prorural ha desarrollado un modelo teórico de explotación de los montes de Orea y Orihuela del Tremedal que aborda de manera integral desde la gestión y aprovechamiento de los montes hasta la transformación y venta de los productos finales. Dentro de este modelo los primeros pasos transcurren en los montes, con especial énfasis en el aprovechamiento maderero de los mismos. Se procede a analizar diferentes propuestas para minimizar el impacto ambiental de estos aprovechamientos.

## Objetivos y alcance

Identificar los impactos ambientales más significativos originados por las cortas de madera y proponer en base a regulaciones

## Resultados alcanzados

Se presentan las 11 propuestas realizadas:



**Planificación** - Desarrollar de manera constante y precisa las actuaciones especificadas en los planes de gestión.



**Difusión** - Implementar canales de comunicación con diferentes actores de las comarcas que permitan difundir los beneficios ambientales de las actuaciones a desarrollar.



**Seguimiento y evaluación** - Desarrollar estrategias de seguimiento y evaluación que permitan conocer los avances y consecuencias de las actuaciones realizadas.



**Señalamientos** - Asegurar que en los señalamientos se mantienen directrices concretas que permitan mejorar las condiciones ambientales de la zona tras el aprovechamiento.



**Fauna** - Asegurar que la ejecución de los aprovechamientos no afecta al hábitat de especies de fauna amenazada o vulnerable.



**Vegetación** - Asegurar que la ejecución de las actuaciones no afecta a la supervivencia, estado vegetativo o permanencia de la vegetación en la zona actuada.

autonómicas, manuales de buenas prácticas y requisitos de la normativa para la certificación de la gestión forestal por FSC medidas para minimizar el impacto ambiental de las cortas de madera.

## Metodología usada para el estudio

Se han analizado los planes de ordenación y de aprovechamiento de los montes. En los planes generales de ambos municipios se plantean cortas ordinarias (regeneración y mejora) y cortas extraordinarias.

Se han recopilado las regulaciones autonómicas que marcan como realizar los aprovechamientos, se han identificado los aspectos para minimizar el impacto según la normativa FSC.



**Corta, apeo y tronzado** - Ejecutar las acciones de apeo, corta y apilado siguiendo directrices que aseguren las mejores condiciones ambientales de la masa y el hábitat remanente tras las actuaciones realizadas.



**Saca de la madera** - Ejecutar la saca de la madera de manera que cause los menores efectos ambientales negativos tanto al suelo como a la vegetación.



**Infraestructura viaria** - Mantener conductas adecuadas para que el uso de las infraestructuras viarias no repercuta negativamente en las condiciones ambientales de las zonas aprovechadas.



**Tratamiento de residuos forestales** - Eliminar de manera adecuada tras los aprovechamientos, todos los residuos forestales que puedan suponer un riesgo ambiental para la zona aprovechada.



**Sustancias peligrosas** - Asegurar que no se producen vertidos de sustancias peligrosas utilizadas durante la realización de los aprovechamientos.



## Esquema del informe final resumen de los estudios realizados con el proyecto

Identificación de servicios del ecosistema en las zonas del proyecto

## Introducción y contexto

Debido al valor ambiental de las zonas del proyecto, se procede a la identificación de servicios del ecosistema con objeto de ampliar el alcance de la certificación de la gestión forestal FSC en los montes de Orea y Orihuela de Tremedal.

## Objetivos y alcance

La importancia de los servicios del ecosistema de la zona de proyecto y concretamente de los montes:

- Monte de Utilidad Pública (M.U.P.) Nº 27 “PINAR DE LAS FUENTES”. Término Municipal de Orihuela del Tremedal (Provincia de Teruel)
- Grupo de montes de U.P. nº 157, 158, 159 y 305. Término Municipal de Orea (provincia de Guadalajara) debe ser reconocida y contribuir a la mejora de la calidad de vida de los habitantes de esos municipios y provincias, dado que garantizan una provisión de servicios ambientales.

Según la previsión del proyecto en 2021 se estudia el estado de los servicios ecosistémicos relacionados con: la conservación de la biodiversidad, el secuestro y almacenamiento de carbono, los servicios de las cuencas hidrográficas, la conservación del suelo y el recreo en los montes citados a través de la información disponible en los proyectos de ordenación de montes.

## Metodología usada para el estudio

Se ha analizado los datos de los Proyectos de Ordenación de los montes y se ha aplicado las metodologías previstas según FSC-PRO-30-006 Procedimiento de servicios del ecosistema y FSC-GUI-30-006 guía para demostrar el impacto sobre los servicios del ecosistema.

## Resultados alcanzados

Tras la identificación de los potenciales y más idóneos servicios ecosistémicos en la zona, se concluyó que para Orihuela del Tremedal y Orea se consideran los siguientes servicios del ecosistema de cara a la certificación FSC de los impactos positivos.

Se procede a elaborar para Orea los Documentos para la Certificación de los Servicios del Ecosistema (DCSE) para los impactos siguientes:

- **SE1.6:** Conservación de la diversidad de las especies
- **SE3.3** Mantenimiento de la capacidad de las cuencas hidrográficas de purificar y regular los flujos de agua.

Y para los montes de Orihuela del Tremedal el impacto:

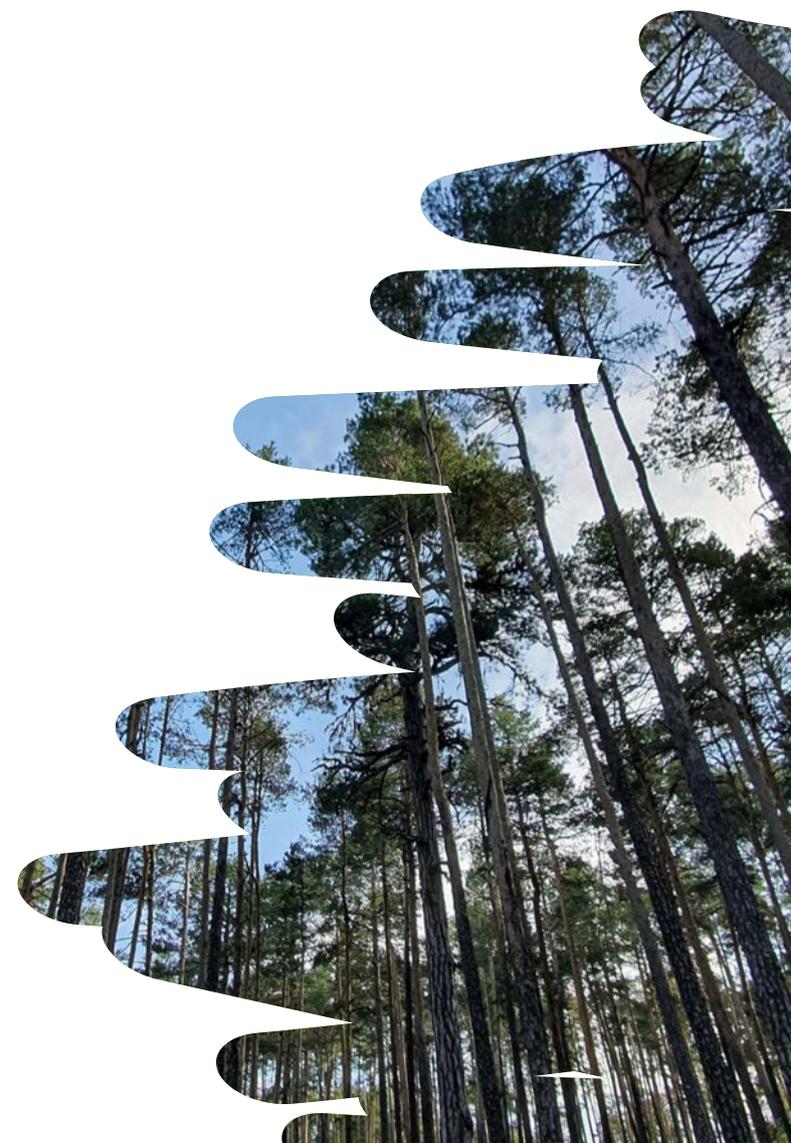
- **SE1.6:** Conservación de la diversidad de las especies

## Conclusiones

Respecto al impacto SE 1.6. Conservación de la diversidad de especies en los montes de Orea, se concluye que se mantiene el número de especies de rapaces amenazadas y el número de especies de flora amenazadas presentes en la unidad de gestión, el área de hábitat disponible para las estas especies focales se considera estable.

Y en relación con el impacto SE3.3 Mantenimiento de la capacidad de las cuencas hidrográficas de purificar y regular los flujos de agua, se considera que el estado de las cuencas es estable o está mejorando.

El Documento para la Certificación de los Servicios del Ecosistema (DCSE) para el impacto SE1.6: Conservación de la diversidad de las especies de Orihuela del Tremedal está en elaboración.





Evaluación del Sistema FSC (FM/COC + COC)

## Introducción y contexto

Se realiza una evaluación previa de la certificación FSC de los Montes de Orihuela del Tremedal y Orea así como de los productos de madera previstos en sus instrumentos de gestión forestal vigentes.

## Objetivos y alcance

Verificar el grado de cumplimiento de la documentación técnica de gestión de los montes de Orihuela del Tremedal y Orea de cara a obtener la certificación de la gestión forestal FSC. También se realiza un análisis de la viabilidad de la certificación FSC de la cadena de custodia de las industrias de la madera que procesarán los productos obtenidos de estos montes.

## Metodología usada para el estudio

Se ha analizado los datos de los Proyectos de Ordenación de los montes y la aplicación del estándar nacional para la certificación FSC (Estándar Español de la Gestión Forestal para la Certificación FSC - FSC-STD-ESP-03-2018 ES) y el de cadena de custodia FSC (Certificación de Cadena de Custodia - FSC-STD-40-004 V3-1 ES).

## Resultados alcanzados

Se han elaborado documentos adicionales a los proyectos de ordenación de los montes con el objeto de dar cumplimiento a los requisitos de la normativa FSC. Y se han evaluado los diferentes métodos de control de cadena de custodia FSC.

La certificación de la gestión forestal FSC es viable en los montes incluidos En ámbito de actuación del proyecto. Los montes de Orea ya cuentan con la certificación FSC y los de Orihuela de Tremedal están en proceso.

Para las industrias de la madera se consideran adecuados los sistemas de control de transferencia y créditos, para la obtención y comercialización de productos certificados FSC % y FSC Mixtos.

La certificación de la cadena de custodia de estas empresas, en principio, se realizaría de forma individual. No por ello se descarta la opción de creación de un grupo de empresas que certifiquen su trazabilidad, abaratando costes y simplificando la gestión administrativa y documental del certificado.

## Conclusiones

La certificación de la gestión forestal FSC es un reconocimiento público de la gestión de estos montes y permite poner en el mercado unos productos de madera FSC con mayor valor añadido.

La certificación de la gestión forestal en los montes de Orea y Orihuela de Tremedal es viable, estando la verificada y certificada la de los montes de Orea.

La implementación de la certificación FSC de la cadena de custodia en las industrias de la madera les permitirá ser más competitivas y poner en el mercado productos de madera de mayor valor añadido.





### Socios del Grupo Operativo Go Prorural:



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural  
Europa invierte en las zonas rurales



GOBIERNO  
DE ESPAÑA



PNDR  
Programa Nacional  
de Desarrollo Rural  
2014-2020

Actuación cofinanciada por la Unión Europea



*Europa invierte  
en la zonas rurales*

INVERSIÓN:

Total:  
Cofinanciación UE

562.281,83€  
80%

Proyecto financiado al 80% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), gestionado por la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria (DGDRIFA) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación